

Docket No.: 2336-180

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

KYOUNG, Je Hong *et al.*

U.S. Patent Application No. -----

: Group Art Unit: -----

Filed: June 24, 2003

: Examiner: -----

For: FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR (FBAR) DEVICE AND METHOD FOR  
PRODUCING THE SAME

**CLAIM OF PRIORITY AND**  
**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of *Korean Patent Application No. 2003-21705, filed April 7, 2003* in the present application. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

**LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP**

Benjamin J. Hauptman  
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310  
Alexandria, Virginia 22314  
(703) 684-1111 BJH/klb  
Facsimile: (703) 518-5499  
**Date: June 24, 2003**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0021705  
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 04월 07일  
Date of Application APR 07, 2003

출 원 인 : 삼성전기주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 04 월 29 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.04.07
【국제특허분류】	H61L 41/00
【발명의 명칭】	F B A R 소자 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR AND METHOD OF PRODUCING THE SAME
【출원인】	
【명칭】	삼성전기 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001806-4
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2002-047982-8
【대리인】	
【성명】	노세호
【대리인코드】	9-2001-000043-1
【포괄위임등록번호】	2002-047988-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	경제홍
【성명의 영문표기】	KYOUNG, Je Hong
【주민등록번호】	720606-1002421
【우편번호】	463-906
【주소】	경기도 성남시 분당구 이매동 한신아파트 209동 706호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	선우국현
【성명의 영문표기】	SUNWOO, Kook Hyun
【주민등록번호】	640428-1001313
【우편번호】	442-727

1020030021705

출력 일자: 2003/5/1

【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 신나무실주공5단지 518동  
1003호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정  
에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인  
손원 (인) 대리인  
노세호 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 10 면 10,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 17 항 653,000 원

【합계】 692,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은, FBAR(film bulk acoustic resonator)소자와 그 제조방법에 관한 것으로, 상면을 갖는 기판 구조물, 상기 기판 구조물의 상면에 형성되며 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중 어느 한 물질로 이루어진 시드층 및, 상기 시드층 상에 형성되며 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 하부 전극막과, 상기 하부전극막 상에 형성되며 알루미늄 질화물(AlN)로 이루어진 압전층과, 상기 압전층 상에 형성되며 상부 전극막을 갖는 적어도 하나의 음향 공진부를 포함하는 FBAR 소자를 제공한다. 또한, 본 발명은 Au 또는 Ti 시드층을 이용한 FBAR 소자의 제조방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, Au 또는 Ti 시드층을 형성한 후에, 그 위에 Mo 하부전극막을 형성함으로써 전극막특성(비저항)이 향상되고, 부드러운 표면상태와 견고한 구조를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, Mo 하부전극막이 (110) 우선배향성을 가지므로, 그 위에 형성된 AlN 압전층이 우수한 압전특성을 갖는 (002)결정방향으로 성장시킬 수 있다. 결과적으로, FBAR소자의 공진특성을 크게 향상시킬 수 있다.

**【대표도】**

도 3

**【색인어】**

FBAR(film bulk acoustic resonator), 몰리브덴 전극막, 알루미늄 질화물 압전층, 시드층

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

F B A R 소자 및 그 제조방법{FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR AND METHOD OF PRODUCING THE SAME}

## 【도면의 간단한 설명】

도1은 종래의 FBAR 소자의 일예를 나타내는 단면도이다.

도2a 및 2b는 종래의 FBAR 소자의 Mo 하부전극막의 표면상태 및 단면구조를 주사전자현미경(SEM)으로 촬영한 사진이다.

도3는 본 발명의 일실시형태에 따른 FBAR 소자의 단면도이다.

도4은 통상적인 FBAR 소자의 Mo 하부전극막과 본 발명에 따른 FBAR소자의 Mo 하부전극막에 대한 결정학적 특성을 비교하는 그래프이다.

도5a 내지 5c는 각각 본 발명에 따른 다른 실시형태를 나타내는 단면도이다.

도6는 본 발명에 따라 Ti 시드층 상에 형성된 Mo 하부전극막의 결정학적 특성을 나타내는 그래프이다.

도7은 종래의 FBAR 소자의 Mo 하부전극막과 본 발명에 따른 FBAR 소자의 Mo 하부전극막에서 스퍼터링공정의 아르곤(Ar)분압에 따른 결정학적 특성에 대한 영향을 비교하는 그래프이다.

도8a 내지 8d은 본 발명에 따른 FBAR소자의 Mo 하부전극막의 표면상태 및 단면구조를 SEM으로 촬영한 사진이다.

## &lt;도면의 주요부분에 대한 부호설명&gt;

30,60,80: 기판 구조물 31,60,81: 기판

35,60,85: 에어캡 82: 맴브레인지지층

63,83: 맴브레인층 39,69,89: 시드층

40,70,90: 음향공진부 42,72,92: 하부 전극막

44,74,94: 압전층 46,76,96: 상부전극막

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15> 본 발명은 박막 벌크 음향 공진기(Film Bulk acoustic Resonator: FBAR)에 관한 것  
이며, 보다 상세하게는, 우수한 압전막의 형성에 필요한 결정학적 특성과 전극막 특성이  
향상된 하부전극막을 갖는 FBAR소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<16> 오늘날 통신기술이 급속도로 발전함에 따라, 그에 상응하는 신호처리기술과 고주파  
(RF) 부품기술의 발전이 요구되고 있다. 특히 하드웨어적인 측면인 고주파 부품기술은  
이동통신 및 라디오 등의 소형 추세에 따라 필터부품도 FBAR 필터로 대체되고 있다.

<17> FBAR는 에어캡 상에 압전층의 상하부에 각각 전극이 형성된 기본구조를 갖는며, 상  
하부전극에 전압이 인가되면, 상기 압전층의 공진특성에 의해 전기 에너지 일부를 음향  
파인 기계 에너지로 변환하며, 이러한 원리를 이용하여 필터로서 동작할 수 있다.

<18> 일반적으로, FBAR소자는 기판 상에 형성되는데, 압전층에서 발생된 음향파가 그 기판에 영향을 받지 않도록, 상기 기판은 다양한 격리구조를 갖는 구조물 형태를 가지며, 이에 따라 FBAR는 다양한 구조로 형성될 수 있다. 예를 들어, FBAR의 기판은 도1과 같이 공진발생위치에 대응하는 영역에 소정의 공간, 즉 에어캡이 구비하거나, 브래그반사를 이용한 반사막구조를 갖는 기판구조물일 수 있다.

<19> 도1은 종래의 에어캡을 이용한 FBAR 구조를 나타내는 단면도이다.

<20> 도1을 참조하면, FBAR(20)는, 기판구조물(10)과, 그 위에 순차적으로 형성된 하부 전극막(22), 압전층(24) 및 상부전극막(26)을 갖는 음향공진부(20)로 이루어질 수 있다. 상기 기판 구조물은 도시된 바와 같이, 상부에 에어캡(15)이 형성된 실리콘 기판(11)으로 이루어진다. 일반적으로, 상기 기판구조물(10)의 에어캡(15)은 상기 기판(11)의 상면에 캐비티를 형성하고, 희생층을 충진한 후에, 그 위에 음향공진부(20)를 형성하고, 최종적으로, 비아홀을 통해 희생층을 제거함으로써 형성될 수 있다.

<21> 또한, 상기 압전층(24)을 구성하는 물질로는 일반적으로 알루미늄 질화물인 AlN가 사용되며, 상기 전극막(22,26)으로는 몰리브덴(Mo)이 주로 사용된다. 상기 압전층(24)과 전극막(22,26)은 FBAR 소자의 특성에 결정적인 영향을 미치며, 특히 압전층(24)의 공진 특성은 FBAR의 Q값을 결정하는 중요한 인자가 된다.

<22> 상기 FBAR가 우수한 공진특성을 발휘하기 위해서는, 압전층을 구성하는 AlN층이 결정학적으로 (002) 우선배향성을 갖도록 성장되어야 하는 것으로 알려져 있다. 이러한 압전층의 결정학적 특성은 하부 전극의 결정학적 특성에 크게 의존한다. 즉, FBAR의 공진특성은 Mo 하부 전극막의 결정구조에 크게 의존한다. 따라서, 결정학적으로, AlN층의 (002) 우선배향성을 얻기 위해서, 하부 전극막은 (110) 우선배향성을 갖도록 성장하는 것이 요구된다.

<23> 종래에는, 이와 같은 Mo 하부전극막의 결정특성을 얻기 위해서, 그 하부전극막의 증착공정조건을 개선하는 방안을 일반적으로 사용하였다. 예를 들어, 하부전극막 형성을 위한 Mo 스퍼터링공정에서, 스퍼터링 파워 또는 증착시에 기판 온도를 높히거나, 아르곤(Ar)가스분압을 낮춤으로써, Mo 전극막의 결정학적 특성 등을 변화시키고자 하였다. 하지만, 스퍼터링공정의 조건을 변화시키는 것만으로 충분한 결정학적 특성을 얻기 어려우며, 적절한 조건을 조절하는 것도 공정의 복잡함을 야기하는 문제가 있다.

<24> 게다가, 이러한 공정의 변화는 Mo막의 결정학적 특성을 향상시키는 과정에서 원하지 않는 악영향이 발생할 수도 있다. 예를 들면, 스퍼터링 파워를 높히는 경우에, Mo 전극막의 결정학적 특성을 향상되더라도, 스퍼터링 공정 중에 발생되는 스트레스에 의해 오히려 Mo 전극막이 기판으로부터 박리되는 현상이 야기될 수도 있다.

<25> 또한, 종래의 FBAR 소자와 같이, 기판 상에 성장된 하부 전극막은 우수한 전극특성을 확보하는데 문제가 있다.

<26> 도2a 및 2b는 종래의 FBAR 소자의 Mo 하부전극막의 표면 및 단면을 추사전자현미경(SEM)으로 촬영한 사진이다.

<27> 도2a 및 2b를 참조하면, 기판 구조물에 사용될 수 있는 실리콘 질화물층 상에 형성된 Mo 하부전극막의 표면상태 및 단면구조를 볼 수 있다. 상기 하부전극막은 다소 거친 표면( $R_a > 10 \text{ \AA}$ )이 형성되며, 그 단면구조도 그다지 조밀하지 못함을 알 수 있다. 이는 결국 FBAR의 공진특성을 저하할 뿐만 아니라, 비저항이 비교적 크고, 내부강도가 약하다는 문제를 야기한다. 이러한 문제는 Mo하부전극의 증착조건, 특히 아르곤가스분압조건에 따라 민감하게 변화하므로, 공정조건을 제어하기에 곤란하다는 문제도 있다.

<28> 따라서, 당 기술분야에서는 스퍼터링 등에 의한 Mo 증착공정조건에 의존하지 않고, 우수한 결정학적 특성을 갖는 Mo 하부전극막을 형성하여 압전층의 공진특성을 향상시킬 뿐만 아니라, Mo 하부전극막의 전극막으로서의 특성도 보다 향상시킬 수 있는 기술이 요구되어 왔다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<29> 본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위해서 안출된 것으로, 그 목적은 하부 전극막의 결정학적 특성 및 전극특성을 향상시킬 수 있도록 기판구조물과 하부전극막 사이에 Au 또는 Ti로 이루어진 시드층이 배치된 새로운 FBAR를 제공하는데 있다.

<30> 본 발명의 다른 목적은 하부 전극막을 형성하기 전에, 기판구조물 상에 Au 또는 Ti로 이루어진 시드층을 형성함으로써 하부 전극막의 결정학적 특성 및 전극특성을 향상시키는 FBAR 제조방법을 제공하는데 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<31> 본 발명은,

<32> 상면을 갖는 기판 구조물과,

<33> 상기 기판 구조물의 상면에 형성되며 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중 어느 한 물질로 이루어진 시드층과,

<34> 상기 시드층 상에 형성되며 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 하부 전극막과, 상기 하부 전극막 상에 형성되며 알루미늄 질화물(AlN)로 이루어진 압전층과, 상기 압전층 상에 형성된 상부 전극막을 갖는 적어도 하나의 음향 공진부를 포함하는 FBAR 소자를 제공한다.

<35> 상기 시드층이 Au로 구성될 경우에, 상기 시드층과 상기 기판구조물 사이에 탄탈(Ta)로 구성된 층을 더 포함하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 상부 전극막도 하부전극막과 같은 Mo로 이루어질 수 있다.

<36> 또한, 본 발명은 다양한 구조를 갖는 FBAR 소자로 구현될 수 있다.

<37> 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 기판 구조물은, 그 상부에 에어캡이 마련된 기판일 수 있다. 여기서, 상기 음향공진기를 복수개일 수 있으며, 상기 기판에 형성된 캐비티도 각 음향공진기에 대응하는 영역에 복수개로 형성될 수 있다.

<38> 또한, 본 발명의 다른 실시형태에서, 상기 기판 구조물은, 평탄한 상면을 갖는 기판과, 상기 기판의 상면에 형성되어 에어캡을 갖는 멤브레인층을 포함할 수 있다.

<39> 나아가, 또 다른 실시형태에서, 상기 기판 구조물은, 평탄한 상면을 갖는 기판과, 상기 기판의 상면에 형성되어 에어캡을 둘러싸는 멤브레인지지층과, 상기 에어캡의 상부를 덮도록 상기 멤브레인지지층 상에 형성된 멤브레인층을 포함할 수도 있다.

<40> 이러한 멤브레인층은 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물일 수 있으며, 이 경우에, 상기 멤브레인층 상에 본 발명에 따른 Au 또는 Ti 시드층이 형성된다.

<41> 또한, 본 발명은 FBAR 소자의 제조방법을 제공한다. 상기 방법에 따르면, 상면을 갖는 기판 구조물을 마련하는 단계와, 상기 기판 구조물의 상면에 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중 어느 한 물질을 선택하여 시드층을 형성하는 단계와, 상기 시드층 상에, 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 하부 전극막과, 알루미늄 질화물(AlN)로 압전층과, 상부 전극막을 순차적으로 적층되어 이루어진, 적어도 하나의 음향 공진부를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

<42> 이하, 도면을 참조하여, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

<43> 도3는 본 발명의 일실시형태에 따른 FBAR 소자의 단면도이다.

<44> 도3을 참조하면, FBAR소자는, 기판구조물(30)과, 그 기판 구조물(30) 상에 순차적으로 형성된, 하부 전극막(42), 압전층(42) 및 상부전극막(46)으로 이루어진 음향공진부(40)를 포함한다. 상기 기판구조물(30)은 상기 음향공진부(40)에 대응하는 상부영역에 에어캡(35)이 구비된 실리콘 기판(31)으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 상하부 전극막(42)은 몰리브덴(Mo)으로 이루어질 수 있으며, 상기 압전층(44)은 알루미늄 질화물(AlN)으로 이루어진다.

<45> 본 발명에서는, Mo으로 이루어진 하부 전극막(42)의 결정학적 특성을 향상시키기 위한 방안을 제공한다. Mo 하부 전극막(42)을 증착하기 전에, 실리콘 기판(31)상에 시드층(39)을 Au 또는 Ti 물질로 형성함으로써, 그 위에 증착되는 Mo 하부 전극막(42)의 (110) 우선배향성을 갖도록 성장시킬 수 있다. 이와 같이 하부전극막(42)이 (110) 우선배향성으로 형성되면, 그 위에 형성되는 압전층(44)의 (002)우선배향성을 보장할 수 있다. 따라서, 상기 압전층(44)의 압전특성을 향상시킬 수 있어, FBAR 소자의 공진특성을 개선할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 시드층(39)에 형성된 하부전극막(42)은 보다 조밀한 구조를 가지며, 표면거칠기 또한 우수하여 전극막 자체로서의 전기적, 기계적 특성을 향상시킬 수 있다. 본 발명에서 사용되는 시드층(39)의 두께는 수십 Å ~ 수천 Å 범위 내에서 형성할 수 있다.

<46> 한편, Au를 시드층(39)으로 사용하는 경우에는, 실리콘 기판(31) 내부로 확산되는 것을 방지하기 위해서, 그 시드층(39)을 증착하기 전에 Si 기판(31)상에 탄탈(Ta)층(미도시)을 형성하는 것이 바람직하다.

<47> 도3에 도시된 FBAR 소자의 제조방법에서, 시드층의 형성단계는, 기판구조물(30)을 마련한 후에, 하부전극막(42)의 형성단계 전에 수행된다. 즉, 실리콘 기판(31)의 상부영역 중 음향공진부(20)가 형성될 영역에 캐비티를 형성하고, 상기 기판(31)이 평탄한 상면을 갖도록 캐비티에 희생층을 형성한 후에, 수행될 수 있다. 이 때에 희생층을 형성하기 전에, 캐비티가 형성된 기판(31) 상면에 소정의 산화막(미도시)을 형성하여 희생층물질이 기판 내부로 확산되는 것을 방지할 수 있다.

<48> 이어, 상기 기판(31) 상면에 Au 또는 Ti로 시드층(39)을 형성하는 후에, Mo 하부전극막(42)과 AlN 압전층(44) 및, 상부전극막(46)을 순차적으로 증착하여 음향공진부(40)를 형성한다. 최종적으로, 비아홀을 형성하여 희생층을 습식에칭과 같은 공정으로 제거하여 에어캡(35)을 형성함으로써 본 실시형태에 따른 FBAR 소자를 제조할 수 있다.

<49> 본 발명의 특징은 Au 또는 Ti로 구성된 시드층을 Mo으로 이루어진 하부전극막을 증착하기 전에 형성함으로써, 하부전극막을 (110)우선배향성을 갖도록 성장시킬 수 있다는 데 있다. 결과적으로, 본 발명에 따른 FBAR 소자는 하부전극막의 전극막의 특성뿐만 아니라, 그 위에 형성되는 압전층의 압전특성도 향상시킬 수 있다.

<50> 도4는 본 발명에서 채용된 Au 또는 Ti로 구성된 시드층에 의한 Mo 하부전극막의 결정학적 특성이 향상된 결과를 나타내는 그래프이다.

<51> 도4의 결과를 얻기 위해서, 본 발명자는 에멀랄드 스퍼터(Emerald sputter)를 이용하여, 스퍼터링 파워를 3KW로 하고, 아르곤분압을  $2 \times 10^{-2}$  torr으로 하고, 기판온도를 250°C로 하는 동일한 증착조건으로, 5개의 Mo 하부전극막을 형성하되, 각각의 Mo 하부전극막의 하부구조를 달리하여 형성하였다. 즉, 제1 비교예(a)에서는 종래의 방법에 따라, 실리콘 기판 상에 Mo 하부전극막을 직접 증착하였고, 제2 및 제3 비교예(b,c)에서는, 각각 통상의 시드층물질로 알려진 Ta과 Cr으로 시드층을 형성한 후에 Mo 하부전극막을 증착하였다.

<52> 또한, 본 발명에 따른 제1 및 제2 실시예(d,e)에서는, 각각 본 발명에 따라 Ti과 Au으로 시드층을 형성한 후에, Mo 하부전극막을 증착하였다. 여기서, 제1 실시예에서는 Au물질의 기판으로의 확산을 방지하고자, 기판 상에 Ta층을 우선적으로 형성하였다.

<53> 각 비교예와 실시예에 따라 제조된 Mo 하부전극막을 XRD 분석을 통해 결정학적 특성을 관찰하였으며, XRD 분석결과에 따라, XRD  $\sigma$  값을 ( $\sigma = \text{FWHM}(\text{full width at half maximum}) \times 0.425$ )로 산출하였다. 상기 XRD  $\sigma$  값은 XRD분석결과에 따른 굴절각( $\theta = 20^\circ$ )에 해당하는 값으로, Mo의 (110)결정방향에 대한 우선배향성을 나타낸다. 그 결과, 상기 XRD분석결과와 XRD  $\sigma$  값을 도4의 그래프로 나타내었다.

<54> 도4에 도시된 그래프를 참조하면, 제1 및 제2 비교예(a,b)에서는, Mo 하부전극막의 (110) 우선배향성이 거의 나타나지 않았으며, 제3 비교예(c)에서는, XRD  $\sigma$  값이  $2.4^\circ$ 로 매우 크게 나타나 (110)우선배향성이 매우 취약한 것으로 나타났다.

<55> 하지만, 본 발명에 따른 제1 및 제2 실시예에서는, XRD  $\sigma$  값이  $0.81^\circ$ 과  $0.53^\circ$ 으로 매우 낮은 값으로 나타냈으며, 그 Mo 하부막이 매우 우수한 (110)우선배향성을 갖는 것을 알 수 있다.

<56> 이와 같이, 시드층을 형성하지 않거나, Cr, Ta 등으로 시드층을 형성한 경우에는, 그 위에 증착된 Mo 하부전극막은 결정학적으로 (110) 우선 배향성을 가지고 있지 못하거나, 매우 취약한데 반하여, 본 발명에 따른 Au 또는 Ti 시드층을 사용한 경우에는 Mo 박막은 매우 우수한 (110) 우선 배향성을 갖는다는 것을 확인할 수 있다.

<57> 본 발명은 다른 구조를 갖는 FBAR소자에도 유익하게 적용될 수 있다. 도5a 내지 5c는 각각 본 발명의 다른 실시형태에 따른 FBAR 소자를 나타내는 단면도이다.

<58> 도5a를 참조하면, FBAR소자는, 상면에 시드층(69)이 형성된 기판구조물(60)과, 그 시드층(69) 위에 순차적으로 형성된 하부 전극막(72), 압전층(74) 및 상부전극막(76)으로 이루어진 음향 공진부(70)를 포함한다. 상기 기판구조물(60)은 실리콘기판(61)과 그 위에 형성되며 에어캡(65)을 갖는 멤브레인층(63)으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 상하부전극막(62, 66)은 몰리브덴(Mo)으로 이루어질 수 있으며, 상기 압전층(64)은 알루미늄 질화물(AlN)으로 이루어진다.

<59> 본 실시형태에서는, 도3의 실시형태와 같이, Mo 하부 전극막(72)을 증착하기 전에, 멤브레인층(61)위에 시드층(69)을 Au 또는 Ti 물질로 형성함으로써, 그 시드층(69)에 증착되는 Mo 하부 전극막(62)의 (110)우선배향성을 갖도록, 성장시킬 수 있다.

<60> 도5a에 도시된 FBAR 소자의 제조방법에서, 상기 기판 구조물은, 실리콘 기판(61)의 상면 중 상기 음향공진부(70)에 대응하는 영역에 희생층(미도시)을 형성하는 단계와, 상기 기판(61) 상에 상기 희생층을 포함하도록 멤브레인층(63)을 형성하는 단계로 형성될 수 있다. 이어, 상기 멤브레인층(63)의 상면에 Au 또는 Ti를 이용하여 시드층(69)을 형성한 후에, 그 위에 Mo 하부전극막(72)과, AlN 압전층(74) 및 상부전극막(76)을 순차적으로 증착하여, 음향공진부(70)를 형성한다. 최종적으로 비아홀 등을 통해 습식에총으로 희생층을 제거하여 에어캡(65)을 형성함으로써 도5a의 FBAR 소자를 제조할 수 있다.

<61> 도5b는 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 FBAR 소자의 단면도이다.

<62> 도5b를 참조하면, FBAR소자는, 상면에 시드층(89)이 형성된 기판구조물(80) 상과, 그 시드층(89) 위에 순차적으로 형성된 하부 전극막(92), 압전층(94) 및 상부전극막(96)으로 이루어진 음향 공진부(90)를 포함한다. 상기 기판구조물(80)은, 실리콘기판(81)과, 그 위에 형성되어 에어캡(85)을 둘러싼 멤브레인지지층(82)과, 그 멤브레인지지층(82) 상에 형성되어 에어캡을 덮는 멤브레인층(83)으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 상하부

전극막(92,96)은 몰리브덴(Mo)으로 이루어질 수 있으며, 상기 압전층(94)은 알루미늄 질화물(AlN)으로 이루어진다.

<63> 이와 같이, 본 실시형태는 음향파에 대한 기판의 영향을 방지하기 위한 에어캡형태를 달리한 기판 구조물을 사용한다. 본 실시형태에서도, Mo 하부 전극막(92)을 증착하기 전에, 멤브레인층(83)위에 시드층(89)을 Au 또는 Ti 물질로 형성함으로써, 그 시드층(89)에 증착되는 Mo 하부 전극막(82)의 (110)우선배향성을 갖도록, 성장시킬 수 있다.

<64> 도5b에 도시된 FBAR 소자의 제조방법에서는, 실리콘 기판(81)의 상면 중 상기 음향공진부(80)에 대응하는 영역에 희생층(미도시)을 형성하는 단계와, 상기 희생층을 둘러싸는 영역에 멤브레인지지층(82)을 형성하는 단계와, 상기 멤브레인지지층(82)과 상기 희생층 상에 멤브레인층(83)을 형성하는 단계로 상기 기판 구조물(80)을 형성할 수 있다. 이어, 상기 멤브레인층(83)의 상면에 Au 또는 Ti를 이용하여 시드층(89)을 형성한 후에, 그 위에 Mo 하부전극막(92)과, AlN 압전층(94) 및 상부전극막(96)을 순차적으로 증착하여 음향공진부(90)를 형성한다. 최종적으로 비아홀 등을 통해 습식에칭으로 희생층을 제거하여 에어캡(85)을 형성함으로써 도5b의 FBAR 소자를 제조할 수 있다.

<65> 또한, 본 발명은 도5c와 같은 형태의 FBAR 소자로 구현될 수 있다. 도5c는 하나의 기판구조물 상에 2개의 음향공진부가 형성된 FBAR 소자를 예시한다.

<66> 도5c를 참조하면, 시드층(119)이 형성된 기판구조물과 그 시드층(119) 상에 형성된 2개의 음향공진부(120a, 120b)를 포함한다. 각각의 음향공진부(120a, 120b)는 상하부전극(122a, 126a와 122b, 126b)과 압전층(124)을 포함한다. 본 실시형태와 같이, 2개의 음향공진부(120a, 120b)는 하나의 압전층(124)을 공유할 수도 있다. 상기 기판 구조물은 각 음향공진부(120a, 120b)에 대응하는 에어캡(125a, 125b)을 갖는 기판(111)이며, 도3에서 예시된 에어캡(35)과 유사한 구조로서, 그 형성방법과 유사한 방법으로 구현될 수 있다.

<67> 이와 같이, 본 발명은 다양한 구조의 FBAR소자에 구현되어, Mo 하부전극막의 결정학적 특성을 향상시킴으로써 압전층의 압전특성과 전극막으로서의 우수한 특성을 갖는 FBAR 소자를 제공할 수 있다. 앞서 예시된 실시형태 중 도5a 및 도5b의 FBAR 소자에서, 시드층은 기판이 아닌 멤브레인층 상에 형성된다. 일반적으로 멤브레인층은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물( $Si_xN_{1-x}$ )로 이루어질 수 있다. 본 발명에서 채용되는 Au 또는 Ti로 이루어진 시드층은 멤브레인층으로 사용되는 물질 상에서도 원하는 효과를 얻을 수 있다.

<68> 또한, 본 발명에 따른 시드층은 그 증착조건에 따라 큰 영향을 받지 않는다. 특히, Mo 하부전극막의 증착과정에서 내부스트레스(internal stress)의 제어에 필요한 아르곤분압의 증감에 관계없이, 우수한 결정구조를 갖는 Mo 하부전극막을 성장시킬 수 있다.

<69> 이를 확인하기 위해서, 본 발명자는 실리콘 기판 상에 실리콘 질화물( $\text{Si}_x\text{N}_{1-x}$ )로 이루어진 맴브레인층을 형성하고, 그 맴브레인층 위에 Ti로 구성된 시드층을 형성하여 Mo 하부전극막을 증착한 후에, 그 하부전극막의 결정학적 특성을 관찰하였다.

<70> 본 실험에서, Mo 하부전극막은, 애멀랄드 스퍼터(Emerald sputter)를 이용하여, 스퍼터링 파워를 3KW로 하고, 기판온도를 250°C로 하는 동일한 증착조건으로 Mo 하부전극막을 형성하되, 아르곤 분압을 각각  $2 \times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-2}$  및  $2 \times 10^{-2}$ 로 달리하여 4개의 실시예(a,b,c,d)에 해당하는 Mo 하부전극막을 마련하였다.

<71> 그 결과로 얻어진 Mo 하부전극막을 XRD 분석을 통해 결정학적 특성을 관찰하여, 도 6의 그래프로 나타내었다. 우선, 각 결과물인 Mo 하부전극막의 XRD  $\sigma$  값이  $0.58^\circ \sim 0.64^\circ$ 로 매우 낮으므로, (110)우선배향성이 매우 우수한 것으로 나타났다. 또한, 아르곤 분압의 변화에 따라 약  $0.6^\circ$ 에 불과한 변화를 보여, 큰 영향을 받지 않았음을 알 수 있다.

<72> 이와 같은 Mo 하부전극막 증착시의 아르곤 분압 변화와 시드층이 형성되는 물질층에 따른 Mo 하부전극막의 결정성에 대한 영향은 보다 구체적으로 분석하기 위해서, 아래와 같은 실험을 추가적으로 실시하였다.

<73> 우선, 제1 및 제2 실시예(a,b)에서는, 실리콘 기판과 실리콘 질화물층 상에 각각 Ti 시드층을 형성한 후에 Mo 하부전극막을 형성하였고, 제1 및 제2 비교예(c,d)에서는, 실리콘 기판과 실리콘 질화물층 상에 각각 시드층없이 직접 Mo 하부전극막을 형성하되, 상기 비교예 및 실시예에서, Mo하부전극막의 스퍼터링공정의 아르곤 분압을  $2 \times 10^{-3}$ ,  $5$

$\times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-2}$  및  $2 \times 10^{-2}$ 로 달리하여 각각 4개의 시편을 제조한 후에, 총 16개에 대한 XRD 분석을 하고, (110)우선배향성을 나타내는 XRD  $\sigma$  을 산출하여 아르곤분압의 변화에 따른 영향을 도7의 그래프로 도시하였다.

<74> 본 발명에 따른 제1 및 제2 실시예에서는, 각각  $0.53^\circ \sim 0.57^\circ$ 와  $0.58^\circ \sim 0.64^\circ$ 로 매우 낮은  $\sigma$  값을 나타내면서, 아르곤 분압변화에 따른  $\sigma$  값의 변화도 각각  $0.04^\circ$ 와  $0.06^\circ$ 로 미소한 변화량만 나타낼 뿐이었다. 이에 반해, 제1 및 제2 비교예의 경우에는, 각각  $1.59^\circ \sim 1.95^\circ$ 와  $2.31^\circ \sim 2.47^\circ$ 로 큰 값으로 나타났으며, 아르곤 분압변화에 따른  $\sigma$ 의 변화도 각각  $0.36^\circ$ 와  $0.16^\circ$ 로 큰 변화값을 나타내었다.

<75> 본 실험의 결과, 종래 방식에 따른 Mo 하부전극막은 (110)우선배향성이 미약할 뿐만 아니라, 아르곤분압변화에 따라 민감하게 반응하지만, 본 발명에 따라 Ti시드층을 형성한 후에 Mo 하부전극막을 형성할 때에는, 매우 우수한 (110)우선배향성을 나타내며, 아르곤분압에 따른 영향도 매우 작다는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 FBAR에서는, 에어캡을 지지하는데 요구되는 Mo 하부전극막의 적절한 내부 스트레스를 얻기 위해서, 스퍼터링공정의 아르곤분압의 조절폭이 비교적 넓게 허용될 수 있다는 효과가 있다.

<76> 또한, 도7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 실시예의 경우에는 비교예에 비하여 하부기판의 종류(실리콘기판 또는 실리콘 질화물기판)에 따라, 우선배향성의 차이가 매우 작음을 알 수 있다.

<77> 한편, 본 발명에 따른 FBAR소자의 Mo 하부전극막은, 그레인사이즈가 매우 작고, 부드로운 표면상태와 조밀한 구조를 갖는다.

<78> 도8a 내지 8d은 본 발명에 따른 FBAR소자의 Mo 하부전극막을 SEM으로 촬영한 사진이다.

<79> 여기서, 도8a 및 8b는 각각 Ti시드층 상에 형성된 Mo전극막의 표면상태 및 단면구조를 나타내며, 도8c 및 8d는 각각 Au 시드층(기판과 시드층 사이에 Ta층을 포함함) 상에 형성된 Mo 전극막의 표면상태 및 단면구조를 나타낸다.

<80> 도8a 및 8c를 참조하면, 본 발명에 따른 Ti시드층 또는 Au시드층 상에 형성된 Mo 하부전극막은 도2a의 종래의 FBAR소자에 사용된 Mo 하부전극막에 비해 표면상태가 매우 부드러움을 알 수 있다. 본 발명에 따른 Mo 하부전극막의 표면거칠기(Ra)는 10Å보다 작으므로, 전극막의 표면거칠기에 의한 공진특성에 대한 악영향을 감소시킬 수 있다.

<81> 또한, 도8b 및 8d에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 Ti시드층 또는 Au시드층 상에 형성된 Mo 하부전극막의 단면구조는 도2a의 종래의 FBAR소자에 사용된 Mo 하부전극막에 비해 그 구조가 매우 조밀하게 구성됨을 확인할 수 있다.

<82> 또한, 본 발명의 기판구조물은 에어캡과 같은 음향파에 대한 기판의 영향을 감소시키기 위한 구조를 포함하는 기판을 말하는 것으로서, 당업자라면, 도면과 상세한 설명에 설명된 에어캡 구조를 갖는 기판 구조물 외에도, 브래그반사를 이용한 기판구조물도 채

용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 즉, 상기 기판 구조물은 음향 임피던스가 상이한 적어도 2개의 층이 교대로 적층된 반사막 구조를 가질 수 있다.

<83> 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 않는다. 본 발명은 청구범위에 기재된 본 발명의 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다. 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<84> 상술한 바와 같이, 본 발명의 FBAR 소자에 따르면, Au 또는 Ti 시드층을 형성한 후에, 그 위에 Mo 하부전극막을 형성함으로써 전극막특성(비저항)이 향상되고, 부드러운 표면상태와 견고한 구조를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, (110) 우선배향성을 가지므로, 그 하부전극막 상에 형성된 AlN 압전층이 우수한 압전특성을 갖는 (002) 결정방향으로 성장시킬 수 있다. 따라서, FBAR소자의 공진특성을 크게 향상시킬 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

상면을 갖는 기판 구조물;

상기 기판 구조물의 상면에 형성되며 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중 어느 한 물질로 이루어진 시드층; 및,

상기 시드층 상에 형성되며 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 하부 전극막과, 상기 하부 전극막 상에 형성되며 알루미늄 질화물(AlN)로 이루어진 압전층과, 상기 압전층 상에 형성된 상부 전극막으로 이루어진 적어도 하나의 음향 공진부;

를 포함하는 FBAR 소자.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 시드층이 Au로 구성될 경우에, 상기 시드층과 상기 기판구조물 사이에 탄탈(Ta)로 구성된 층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,

상기 상부 전극막은 Mo로 이루어진 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,

상기 기판 구조물은, 그 상부에 에어캡이 제공된 기판인 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 음향공진기를 복수개이며, 상기 기판에 형성된 캐비티는 각 음향공진기에 대응하는 영역에 각각 형성된 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 기판 구조물은, 평탄한 상면을 갖는 기판과, 상기 기판의 상면에 형성되어 에어캡을 갖는 멤브레인층을 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 기판 구조물은, 평탄한 상면을 갖는 기판과, 상기 기판의 상면에 형성되어 에어캡을 둘러싸는 멤브레인지지층과, 상기 에어캡의 상부를 덮도록 상기 멤브레인지지층 상에 형성된 멤브레인층을 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

【청구항 8】

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 멤브레인층은 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물인 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

## 【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 기판 구조물은, 음향 임피던스가 상이한 적어도 2개의 층이 교대로 적층된 반사막 구조인 것을 특징으로 하는 FBAR 소자.

## 【청구항 10】

상면을 갖는 기판 구조물을 마련하는 단계;

상기 기판 구조물의 상면에 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중 어느 한 물질을 선택하여 시드층을 형성하는 단계; 및,

상기 시드층 상에, 몰리브덴(Mo)으로 이루어진 하부 전극막과, 알루미늄 질화물(AlN)로 압전층과, 상부 전극막이 순차적으로 적층되어 이루어진, 적어도 하나의 음향 공진부를 형성하는 단계;

를 포함하는 FBAR 소자 제조방법.

## 【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 시드층을 Au로 형성할 경우에, 그 시드층을 형성하기 전에 상기 기판구조물 상면에 탄탈(Ta)로 이루어진 층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자 제조방법.

## 【청구항 12】

제10항에 있어서,

상기 상부전극막은 Mo로 이루어진 것을 특징으로 하는 FBAR 소자 제조방법.

## 【청구항 13】

제10항에 있어서,

상기 기판 구조물을 마련하는 단계는, 기판을 마련하는 단계와, 상기 기판의 상부에 캐비티를 형성하는 단계와, 상기 기판이 평탄한 상면을 갖도록 캐비티에 희생층을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 적어도 하나의 음향공진부를 형성한 후에, 상기 희생층을 제거하여 에어갭을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자 제조방법.

## 【청구항 14】

제13항에 있어서,

상기 기판의 상부에 캐비티를 형성하는 단계는, 복수의 캐비티를 형성하는 단계이며,

상기 적어도 하나의 음향공진기를 형성하는 단계는, 상기 기판 상면 중 희생층 형성영역에 각각 대응하도록, 복수개의 음향공진부를 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 FBAR 소자 제조방법.

## 【청구항 15】

제10항에 있어서,

상기 기판 구조물을 마련하는 단계는, 평탄한 상면을 갖는 기판을 제공하는 단계와, 상기 기판의 상면 중 상기 음향공진부가 형성될 영역에 희생층을 형성하는 단계와, 상기 기판 상에 상기 희생층을 포함하도록 멤브레인층을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 적어도 하나의 음향공진부를 형성한 후에, 상기 희생층을 제거하여 에어캡을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자의 제조방법.

### 【청구항 16】

제10항에 있어서,

상기 기판 구조물을 마련하는 단계는, 평탄한 상면을 갖는 기판을 제공하는 단계와, 상기 기판의 상면 중 상기 음향공진부가 형성될 영역에 희생층을 형성하는 단계와, 상기 기판의 상면 중 상기 희생층을 둘러싸는 영역에 멤브레인지지층을 형성하는 단계와, 상기 멤브레인지지층과 상기 희생층 상에 멤브레인층을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 적어도 하나의 음향공진부를 형성한 후에, 상기 희생층을 제거하여 에어캡을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 FBAR 소자의 제조방법.

### 【청구항 17】

제15항 또는 제16항에 있어서,

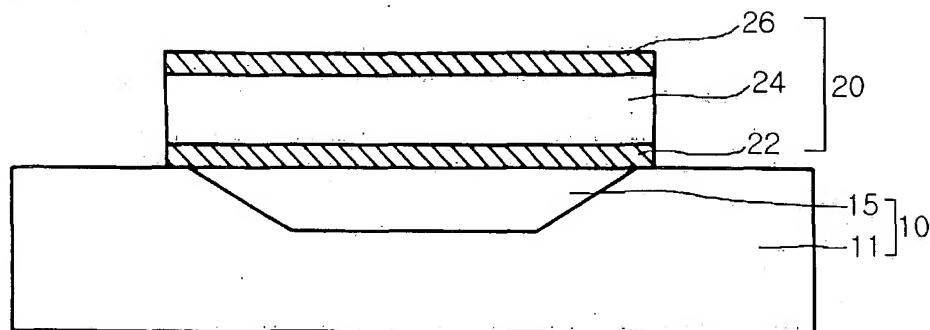
상기 멤브레인층은 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물인 것을 특징으로 하는 FBAR 소자의 제조방법.

1020030021705

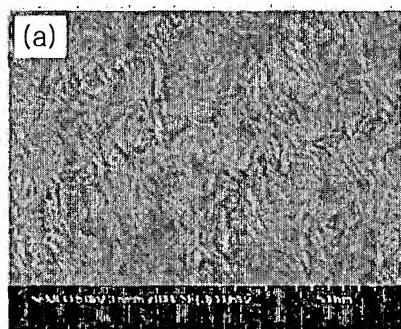
출력 일자: 2003/5/1

【도면】

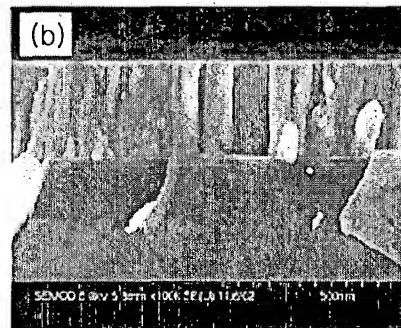
【도 1】



【도 2】

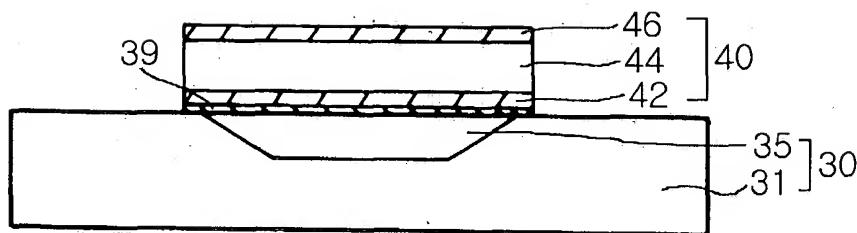


(a)



(b)

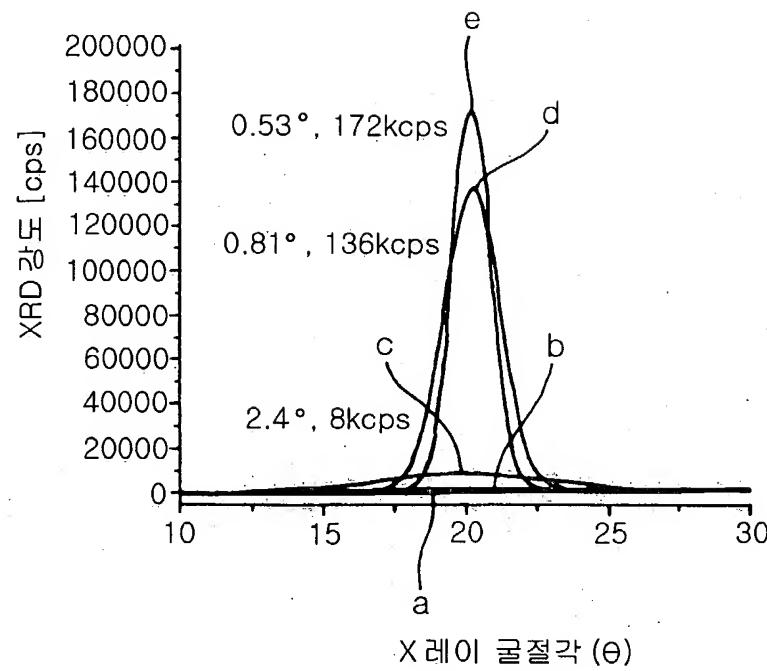
【도 3】



1020030021705

출력 일자: 2003/5/1

【도 4】

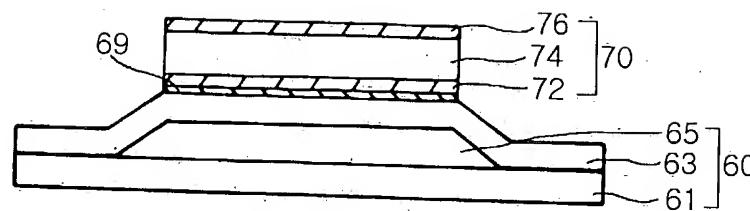


1020030021705

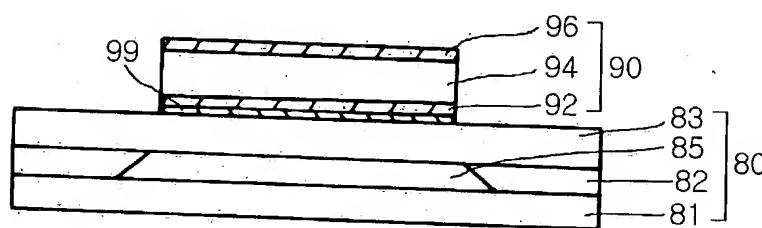
출력 일자: 2003/5/1

【도 5】

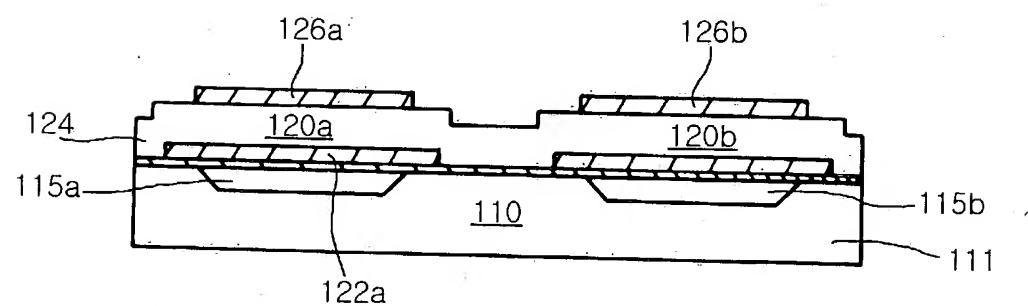
(a)



(b)



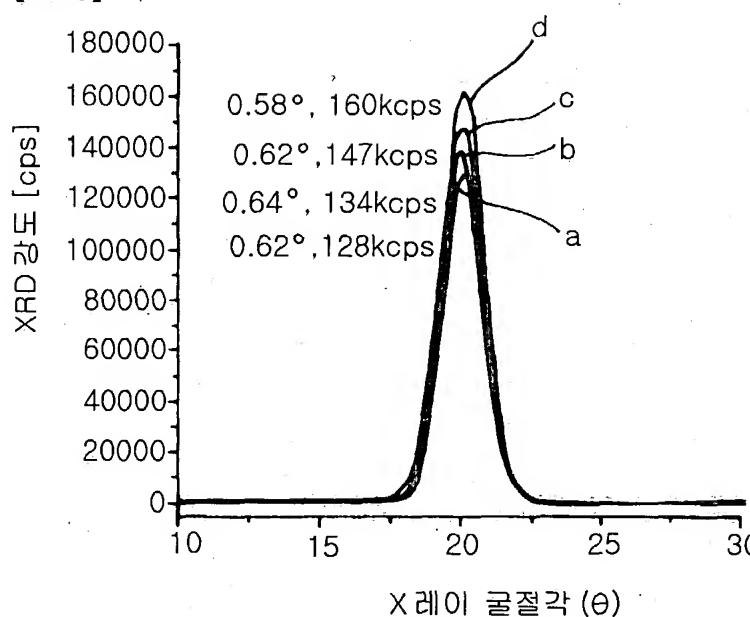
(c)



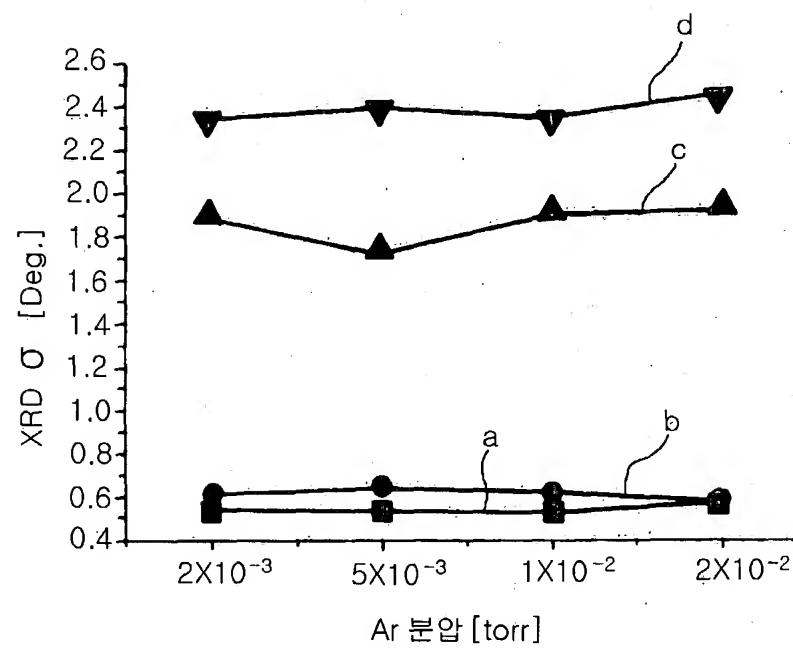
1020030021705

출력 일자: 2003/5/1

【도 6】



【도 7】



1020030021705

출력 일자: 2003/5/1

【도 8】

